

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : H05B 33/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/65880 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. November 2000 (02.11.00)
--	----	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/03624

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. April 2000 (20.04.00)

(30) Prioritätsdaten:
199 18 336.8 22. April 1999 (22.04.99) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):
SICKINGER, Monika [DE/DE]; Auf dem Kyberg
10, D-82041 Oberhaching (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REISS, Roland [DE/DE];
Watzmannring 70, D-85748 Garching (DE).

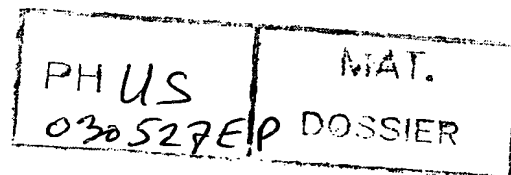
(74) Anwalt: KLUNKER, SCHMITT-NILSON, HIRSCH; Winzer-
erstrasse 106, D-80797 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, VZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.



(54) Title: LIGHT SOURCE CONSISTING OF SEVERAL SUCCESSIVELY CONNECTED LEDs

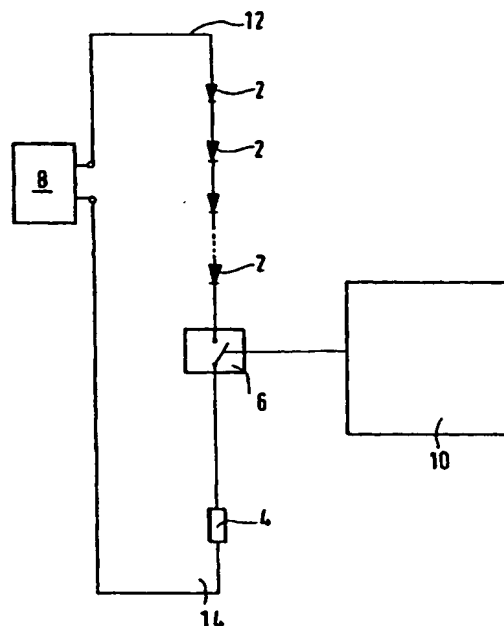
(54) Bezeichnung: LICHTQUELLE AUS MEHREREN HINTEREINANDERGESCHALTETEN LEDs

(57) Abstract

The invention relates to a light source, consisting of a number of LEDs (2) which are successively connected one behind the other and which are connected in series to a series resistance (4). The invention is characterised in that (a) the electric circuit of the LEDs (2) has, in addition to the series resistance (4), a rapid electronic switch (6) and a rectifier circuit (8) as the power source which, when in operation, is connected to the voltage of the public mains supply; (b) the rapid electronic switch (6) is connected to a pulse generator (10) which provides pulses with a repetition frequency of at least 70 Hz; (c) the series resistance (4) is smaller than a protective resistor which operates with a constant current (d) the arrangement is configured in such a way that the amplitude of the current to the LEDs (2) is greater than the maximum current which is permitted with a constant current.

(57) Zusammenfassung

Lichtquelle, aufweisend eine Mehrzahl von hintereinandergeschalteten LEDs (2), die in Reihe mit einem Vorwiderstand (4) geschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, (a) dass der Stromkreis der LEDs (2) zusätzlich zu dem Vorwiderstand (4) einen schnellen elektronischen Schalter (6) und als Stromquelle eine Gleichrichterschaltung (8), die im Betrieb an die Spannung des öffentlichen Stromnetzes angeschlossen ist, aufweist; (b) dass der schnelle elektronische Schalter (6) an einen Impulsgeber (10) angeschlossen ist, der Impulse mit einer Wiederholfrequenz von mindestens 70 Hz liefert; (c) dass der Vorwiderstand (4) kleiner ist, als er das für Betrieb bei konstantem Strom wäre; (d) und dass die Anordnung so aufgebaut ist, dass die Stromamplitude an den LEDs (2) grösser als der bei Konstantbetrieb zulässige Maximalstrom ist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Lichtquelle aus mehreren hintereinandergeschalteten LEDs

5

10

Die Erfindung betrifft eine Lichtquelle, aufweisend eine Mehrzahl von hintereinandergeschalteten LEDs, die in Reihe mit einem Vorwiderstand geschaltet sind.

15

20

LEDs - lichtemittierende Dioden - haben einen sehr hohen Wirkungsgrad, was die Umsetzung von Strom in Licht angeht. Besonders hoch ist dieser Wirkungsgrad bei LEDs für grünes Licht. Aber auch sogenannte "Weißlicht-LEDs" haben einen insbesondere im Verhältnis zu Glühlampen sehr guten Wirkungsgrad. Der gute Wirkungsgrad und ihre lange Lebensdauer und damit hohe Ausfallsicherheit machen sie für bestimmte Anwendungen besonders geeignet. Zu solchen Anwendungen zählen typischerweise Beleuchtungen von Anzeigetafeln, Nachtbeleuchtungen, beispielsweise in Hotels oder Krankenhäusern, Notbeleuchtungen und ähnliche Beleuchtungsinstallationen, bei denen es nicht auf einen gebündelten kräftigen Lichtstrahl in erster Linie ankommt.

25

30

Eine derartige Schaltung aus mehreren hintereinandergeschalteten LEDs in Reihe mit einem Vorwiderstand ist gebräuchlich, insbesondere wenn eine höhere Lichtintensität beabsichtigt ist. Ein weiterer Vorteil der Hintereinanderschaltung der LEDs liegt darin, daß dadurch ein höherer Spannungsabfall über die Lichtquelle zustande kommt. Typischerweise hat eine LED eine "Betriebsspannung" von etwa 2V. Werden in der Hintereinanderschaltung beispielsweise 20 LEDs betrieben, womit für typische Anwendungen eine ausreichende Lichtintensität erreicht wird, so

erfordert diese Anordnung eine Betriebsspannung in der Größenordnung von 40V. Dieser Wert unterscheidet sich deutlich von der normalerweise zur Verfügung stehenden Netzspannung von 230V bzw. 110V, so daß die Spannung für den LED-Betrieb entweder mit einem Transformator
5 entsprechend heruntertransformiert werden muß oder über einen Vorwiderstand auf diesen Wert gebracht wird.

Auch bei Anwendungen, bei denen die Netzspannung auf die erforderliche Betriebsspannung für die Anordnung aus LEDs heruntertransformiert ist, ist ein in Reihe mit den LEDs geschalteten Vorwiderstand erforderlich. Würden LEDs ohne einen solchen Vorwiderstand betrieben werden, so stiege der Strom durch die LED an, was zu einem Erwärmen der LED und schließlich zu ihrer Zerstörung führen würde. Das Zwischenschalten des Vorwiderstands führt dazu, daß
10 ein Stromanstieg in der LED durch einen höheren Spannungsabfall am Vorwiderstand kompensiert wird.

Der günstige Wirkungsgrad der LED für die Umsetzung von Strom zu Licht wird verständlicherweise durch die betriebsbedingten Verluste im Vorwiderstand sowie ggf. bei der Transformation beeinträchtigt, was die Einsatzmöglichkeiten von LEDs massiv behindert. Dazu kommt, daß die erforderliche Betriebsspannung typischer LED-Lichtquellen für den Betrieb an der Spannung des öffentlichen Netzes, insbesondere nach deren Gleichrichtung, nicht geeignet ist. Die Verwendung von
20 Transformatoren zur Spannungsanpassung ist einerseits mit Kostenaufwand verbunden und andererseits auch aus Platzgründen nicht immer leicht realisierbar, wohingegen ein größerer Vorwiderstand zu deutlich höheren Verlusten führt.

- 3 -

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Lichtquelle aus einer Mehrzahl von hintereinandergeschalteten LEDs bereitzustellen, die an der Spannung des öffentlichen Netzes betreibbar ist und bei der übermäßige Leistungsverluste im Vorwiderstand vermieden sind.

5

Gemäß der Erfindung wird dies bei der vorangehend geschilderten Lichtquelle dadurch erreicht,

(a) daß der Stromkreis der LEDs zusätzlich zu dem Vorwiderstand einen schnellen elektronischen Schalter und als Stromquelle eine Gleichrichterschaltung, die im Betrieb an die Spannung des öffentlichen Stromnetzes angeschlossen ist, aufweist;

10

(b) daß der schnelle elektronische Schalter an einen Impulsgeber angeschlossen ist, der Impulse mit einer Wiederholfrequenz von mindestens 70Hz liefert;

15

(c) daß der Vorwiderstand kleiner ist, als er das für Betrieb bei konstantem Strom wäre, und daß die Anordnung so aufgebaut ist, daß die Stromamplitude an den LEDs größer als der bei Konstantbetrieb zulässige Maximalstrom ist.

20

Es ist bekannt, eine Mehrzahl von LEDs mit gepulstem Strom zu betreiben. So beschreibt DE-A-35 35 240 eine Verkehrssignaleinrichtung mit einer Lichtquelle aus einer Mehrzahl von LEDs, die im Frequenzbereich von etwa 15 bis 35 Hz gespeist werden. Diese geringe Wiederholungsfrequenz wird verwendet, um durch ein sichtbares schnelles Blinken oder Flimmern die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer zu erhöhen. In der gleichen Schrift ist auf Stand der Technik Bezug genommen, bei dem LEDs mit Stromimpulsen mit bis zu doppelter Netzfrequenz, d. h. 100 bzw. 120 Hz, betrieben werden.

25

- 4 -

Grund dafür soll eine Erhöhung der momentan zugeführten elektrischen Leistung sein, um eine Erhöhung der Lichtintensität hervorzubringen.

5 Dieser Stand der Technik lehrt jedoch weder, den Vorwiderstand kleiner zu wählen, als er das für den Betrieb bei konstantem Strom wäre, und er lehrt ferner nicht, eine Stromamplitude an den LEDs vorzusehen, die größer ist als der bei Konstantbetrieb zulässige Maximalstrom durch die LEDs.

10 Der mögliche Energieeinsparungseffekt soll im nachfolgenden anhand eines einfachen Beispiels veranschaulicht werden. Dabei wird der Fall des Konstantbetriebs mit dem Betrieb mit Strompulsen verglichen: Das Beispiel beruht auf der Netzspannung von 110V, die im gleichgerichteten Zustand einen annähernd konstanten Strom mit einer Spannung in der
15 Größenordnung von 150V liefert. Es sollen jeweils 20 LEDs in Serie an dieser Spannung angelegt betrachtet werden. In beiden Fällen wird von einer Gesamtleistung von 1,5 W ausgegangen.

20 - Konstantbetrieb: Bei einem Konstantstrom von 10 mA und einer typischen Betriebsspannung einer LED von 2V ergibt sich folgendes:

Erforderlicher Vorwiderstand: $(150V - 20 \times 2V)/10mA = 11 \text{ kOhm}$

Verlustleistung: $I^2 \times R = 10 \text{ mA} \times 10 \text{ mA} \times 11 \text{ kOhm} = 1,1W$

Umgesetzte Leistung in den LEDs: $40V \times 10 \text{ mA} = 0,4W$

Gesamtleistung 1,5W, "Wirkungsgrad": $0,4W/1,5W = 26,6\%$.

25 - Betrieb mit Stromimpulsen: Bei Stromimpulsen von 100 mA steigt die Betriebsspannung pro LED von 2V auf ca. 4V an. Es wird ein Tastverhältnis (Impulsdauer/Periodendauer) von 1/10 angenommen. Insgesamt ergeben sich damit folgende Vergleichswerte:

- 5 -

Erforderlicher Widerstand: $(150V - 20 \times 4V)/100 \text{ mA} = 700 \text{ Ohm}$

Verlustleistung $I^2 \times R = 100\text{mA} \times 100\text{mA} \times 700\text{Ohm} \times 1/10 = 0,7W$

Umgesetzte Leistung in den LEDs: $80V \times 100 \text{ mA} \times 1/10 = 0,8W$

Gesamtleistung 1,5W "Wirkungsgrad": $0,8W/1,5W = 53\%$.

5

Wie man unschwer erkennt, wird bei Konstantbetrieb ca. 3/4 der elektrischen Energie im Widerstand in Wärme umgewandelt, während es im zweiten Beispiel deutlich weniger als die Hälfte ist. Besonders günstig ist, daß bei einem gepulsten Betrieb innerhalb typischer Betriebsgrenzen der LEDs im wesentlichen keine Einbußen bei deren Lebensdauer auftreten.

10

Vorzugsweise ist der Impulsgeber der Lichtquelle so ausgebildet, daß das Tastverhältnis (Impulsdauer/Periodendauer) des an die LEDs angelegten Stroms kleiner als 1/3, vorzugsweise kleiner als 10^{-1} , noch bevorzugter kleiner als 10^{-2} und noch weiter bevorzugt kleiner 10^{-3} ist. Insgesamt kann gesagt werden, daß ein möglichst kleines Tastverhältnis besonders bevorzugt ist. Zur Erzielung einer ausreichenden Helligkeit muß jedoch bei einem sehr kurzen Tastverhältnis ein sehr hoher Strom in kurzer Zeit in die LEDs gebracht werden. Bei sehr kleinem Tastverhältnis können in der Praxis Probleme auftreten.

15

20

Vorzugsweise ist der Impulsgeber so ausgebildet, daß die Wiederholfrequenz größer als 130 Hz, vorzugsweise größer als 400 Hz, noch bevorzugter größer als 1 kHz und besonders bevorzugt größer als 10 kHz ist. Weiterhin ist der Impulsgeber vorzugsweise so ausgebildet, daß die Impulsdauer kleiner oder gleich 10^{-3} Sekunden, vorzugsweise kleiner 10^{-5} Sekunden und besonders bevorzugt kleiner als 10^{-6} Sekunden ist.

25

- 6 -

Vorzugsweise ist die Länge der Impulspausen bei konstant gehaltener Impulslänge und konstantem Strom variierbar. Damit läßt sich ein "Dimmen" der Lichtquelle realisieren. Je länger die Pause zwischen den einzelnen Stromimpulsen ist, desto geringer ist die in die LEDs eingebrachte Leistung und folglich die, von den LEDs abgegebenen Lichtleistung, umso geringer. So kann man sich leicht vorstellen, daß eine unendlich lange Impulspause dem abgeschalteten Zustand entspricht. Es ist besonders günstig, in einen hohen Frequenzbereich für den Betrieb der Lichtquelle zu gehen, wenn ein großer dimmbarer Bereich abgedeckt werden soll, insbesondere um ein Flimmern des Lichts der Lichtquelle zu vermeiden.

Vorzugsweise ist die Anordnung so aufgebaut, daß der angelegte Strom um mehr als den Faktor 2, vorzugsweise um mehr als den Faktor 5, noch bevorzugter um mehr als den Faktor 10 und ganz besonders bevorzugt um mehr als den Faktor 20 größer als der bei Konstantbetrieb zulässige Maximalstrom ist. Die Stromspannungskennlinie der LED gibt zu jedem Stromwert eine bestimmte "Betriebsspannung" an. Eine typische Strom-Spannungs-Kennlinie für LEDs folgt einem exponentiellen Verhalten. Grundsätzlich wird die Betriebsspannung umso größer, je größer die Stromstärke ist. Bei Konstantbetrieb kann die Stromstärke in der LED nicht beliebig erhöht werden. Das würde letztendlich zu einer Zerstörung der LED führen. Bei gepulstem Betrieb läßt sich die Stromstärke in der LED gegenüber dem Konstantbetrieb ganz beträchtlich erhöhen. Bemessungsregel ist, die Impulse so kurz zu wählen, daß sich die LED in der Impulsdauer nicht wesentlich erwärmt und insbesondere daß die Wärmeabfuhr von der LED weg so hoch ist, daß es nicht von Periodendauer zu Periodendauer zu einer Temperaturerhöhung in der LED kommt. Typischerweise stellen die

- 7 -

- Zuleitungen zu den LEDs den den maximalen Impulsstrom begrenzenden Faktor dar. ~~Die LED-Chips sind typischerweise mit extrem dünnen Gold- oder Silberdrähten gebondet oder elektrisch angeschlossen.~~ Beim Stromüberlastung tritt häufig im Bereich dieser Verbindung ein Versagen auf. Die typenspezifischen Leistungsdaten geben Aufschluß über diese typabhängige Grenze. Generell kann man davon ausgehen, daß sich die "Betriebsspannung" einer LED bis zu diesen Wert um den Faktor 2 bis 3 erhöhen läßt, d. h. von typisch 2V auf bis zu 5-6V.
- 10 Vorzugsweise sind der Impulsgeber und der schnelle elektronische Schalter so ausgebildet, daß sie gemeinsam mit dem Vorwiderstand eine Strombegrenzung durch die LEDs bewirken. Insbesondere kann man den schnellen elektronischen Schalter so ansteuern, daß er nach Art eines regelbaren Widerstands arbeitet. Das führt zu einem sehr sicheren und
- 15 konstanten Betrieb, was eine Zerstörung der LEDs durch das Auftreten ~~von Stromspitzen selbst im Bereich von deren Betriebsgrenze~~ verhindert. Dadurch kann insbesondere der Vorwiderstand besonders klein gewählt werden, was die an dem Vorwiderstand abgegebene Verlustleistung deutlich verringert.
- 20 Vorzugsweise ist der Impulsgeber mit einer elektronischen Schaltung aufgebaut, die aufweist:
- (a) einen von einer Konstantstromquelle aufladbaren Kondensator;
 - (b) einen mit zwei Widerständen gebildeten Spannungsteiler zur
 - 25 Erzeugung einer Referenzspannung;
 - (c) einen an die Referenzspannung und die Kondensatorspannung angeschlossenen Unijunctionstransistor, der zündet, sobald die Kondensatorspannung etwas kleiner als die Referenzspannung wird; und

(d) einen an den Unijunctionstransistor und den Kondensator angeschlossenen Schalter, der durch das Zünden des Unijunctionstransistors für die Dauer eines Impulses leitend geschaltet wird.

5

Ein derartiger Aufbau läßt sich im wesentlichen aus Standardbauteilen realisieren. Bei der bevorzugten zusätzlichen Verwendung eines MOSFET-Bauelements als schnellem elektronischen Schalter läßt sich relativ günstig ein solches Vorschaltgerät für die LEDs realisieren.

10

Darüberhinaus besteht die Möglichkeit zu einer weiteren Integration der entsprechenden Schaltung zu einem integrierten Schaltkreis. Das entsprechende Vorschaltgerät kann bei entsprechender Stückzahl zu äußerst günstigen Konditionen hergestellt werden. Vorzugsweise ist die elektronische Schaltung des Impulsgebers parallel zu dem Stromkreis der

15

LEDs an die Gleichrichterschaltung angeschlossen. Die Gleichrichterschaltung kann beispielsweise eine Ein-Weg-Gleichrichterschaltung oder auch eine Brückengleichrichterschaltung sein, wobei sie vorzugsweise mit einem Glättungskondensator ausgestattet ist, um einen im wesentlichen konstanten Strom zur Verfügung zu stellen.

20

Der parallele Anschluß der elektronischen Schaltung des Impulsgebers an den Stromkreis der LED ist von daher besonders günstig, als daß keine zusätzlichen Netzbauteile für den Schaltkreis erforderlich sind und der Aufbau deutlich vereinfacht ist. Andere Anschlußmöglichkeiten können jedoch auch vorgesehen sein. Insbesondere wird darauf hingewiesen, daß

25

die vorstehend beschriebene elektronische Schaltung zusammen mit einer Mehrzahl von LEDs, einem schnellen elektronischen Schalter und einen Vorwiderstand, und insbesondere ohne die Gleichrichterschaltung zum Anschluß an die Spannung des öffentlichen Stromnetzes und ohne, daß der Vorwiderstand wesentlich kleiner ist, als es für den Betrieb bei

- 9 -

konstantem Strom erforderlich wäre, für selbständig erfinderisch angesehen wird.

5 Vorzugsweise ist der Vorwiderstand zwischen dem schnellen elektronischen Schalter und dem Basispotential der Schaltung vorgesehen, während die LEDs zwischen dem schnellen elektronischen Schalter und dem hohen Potential vorgesehen sind und noch weiter bevorzugt ist eine Spannungsbegrenzungsdioden zur Begrenzung der Ansteuerspannung des schnellen elektronischen Schalters vorgesehen,
10 wodurch eine Strombegrenzung durch die LEDs bewirkt wird. Mit dieser Schaltung kann man den schnellen elektronischen Schalter in der oben geschilderten Art eines regelbaren Widerstands ansteuern und den konstanten Stromfluß durch die LEDs sicherstellen.

15 Vorzugsweise sind mindestens einige der Mehrzahl von LEDs "Weißlicht-LEDs". Gerade für Beleuchtungszwecke, insbesondere als Nachtbeleuchtung ist weißes Licht besonders bevorzugt. Dabei kann es sich bei den Weißlicht-LEDs entweder um solche LEDs handeln, bei denen auf einem Chip in einer Ebene mehrere LEDs mit
20 unterschiedlicher Farbe angeordnet sind. Typischerweise sind dabei vier LEDs - eine rote, eine grüne und zwei blaue - räumlich sehr eng beeinander angeordnet. Dieser LEDs werden auch typischerweise in Hintereinanderschaltung betrieben. Das Auge faßt das Licht dieser LEDs in additiver Mischung als weißes Licht auf. Seit kurzem sind auch
25 Weißlicht-LEDs erhältlich, bei denen es sich um blaue LEDs handelt, die mit Phosphor beschichtet sind. Durch die blaue Strahlung der LEDs werden in dem Phosphor die Elektronen in höhere Energieniveaus angeregt und erzeugen bei der Rückkehr in den Grundzustand das weiße Licht.

- 5 In dem Fall der Anordnung einer Mehrzahl von additiven Weißlicht-LEDs, d. h. Weißlicht-LEDs, die aus verschiedenfarbigen Einzel-LEDs aufgebaut sind, kann es vorteilhaft sein, die LEDs jeweils gleicher Farbe jeweils in Reihe mit einem separaten Vorwiderstand, einem separaten schnellen elektronischen Schalter und einem separaten Impulsgeber vorzusehen, so daß durch eine Abstimmung der Helligkeiten der einzelnen Farben in Summe Licht einer bestimmten Farbe erzeugt werden kann.
- 10 Es ist besonders bevorzugt, die beschriebene Lichtquelle, d. h. die Anordnung aus LEDs, elektrisch schnellem Schalter, Vorwiderstand, Impulsgeber und Gleichrichterschaltung mit einem üblichen Befestigungssockel zu versehen, der mit einer üblichen Befestigungsfassung verwendet werden kann. Das ermöglicht es, ohne
- 15 die vorhandene Beleuchtungsstruktur zu ändern, bisher gebräuchliche Lampen, beispielsweise Glühlampen, durch die erfindungsgemäße Lichtquelle zu ersetzen.
- 20 Die Erfindung betrifft ferner eine Verkehrssignalanlage, aufweisend mindestens eine Lichtquelle der vorangehend beschriebenen Art. Gerade bei Verkehrssignalanlagen, d. h. bei typischen Ampelanlagen ist der Einsatz von LED-Lichtquellen besonders günstig. So ist ein wesentlicher Kostenfaktor bei Verkehrssignalanlagen der relativ häufig erforderliche Austausch der üblichen Lampen. Durch den Einsatz einer Lichtquelle der
- 25 vorangehend beschriebenen Art lassen sich die Austauschintervalle um den Faktor 2 oder mehr verlängern, was zu einer mehr als Halbierung der üblichen Wartungskosten führt. Andererseits macht sich auch der geringere Energieverbrauch der LEDs bei den laufenden Betriebskosten deutlich bemerkbar. Dazu kommt, daß sich durch die Verwendung von

- 11 -

farblich passenden Lichtquellen, beispielsweise roten, gelben und grünen Lichtquellen in Ampelanlagen die Energieausnutzung sich weiter verbessern läßt. So ist der Lichtverlust in den entsprechenden Farbfiltern (Filter für grünes Licht, Filter für rotes Licht, Filter für gelbes Licht) äußerst gering. Aus zwei Gründen ist es vorteilhaft, die Farbfiler dennoch beizubehalten. Einerseits spielt hier der schon erwähnte Gesichtspunkt der einfachen Austauschbarkeit der konventionellen Lampen durch die erfindungsgemäße Lichtquelle eine Rolle. Andererseits können die Filter dazu dienen, Streulicht, beispielsweise durch Sonneneinstrahlung drastisch zu reduzieren. Das gilt insbesondere dann, wenn die Filter in ihrem Durchlaßbereich an das sehr schmale Frequenzband der LEDs angepaßt sind.

Gerade im Zusammenhang mit den Verkehrssignalanlagen ist die Verwendung der Lichtquelle mit üblichen Befestigungssockeln besonders bevorzugt.

Besonders bevorzugt ist auch die Möglichkeit der Variation der Impulspause in diesem Zusammenhang. Man kann sich leicht vorstellen, daß bei Verkehrssignalanlagen die Beleuchtungsintensität im Tag- bzw. Nachtbetrieb deutlich unterschiedlich sein kann und muß. Tagsüber muß eine relativ hohe Intensität vorherrschen, um auch bei widrigster Sonnenbestrahlung ein sicheres Erkennen des Signalzustands zu gewährleisten. Nachts hingegen ist darauf zu achten, daß die Beleuchtungsintensität nicht übermäßig ist, um ein Geblendetwerden von Verkehrsteilnehmern sicher zu verhindern. Der beschriebene Dimmeffekt kann hier vorteilhaft genutzt werden. Es ist sogar vorstellbar, die Intensität abhängig von der tatsächlichen Lichtsituation jeweils momentan zu erfassen, beispielsweise mit einer Photozelle, und die momentan

- 12 -

erforderliche Lichtintensität der Signalanlage anhand dieser Information,
beispielsweise automatisch, anzupassen. Selbst bei Tag ist mit einer
derartigen Regelung nur selten ein Betrieb der Signalanlage erforderlich,
bei dem höchste Intensität der Lichtquelle gefordert ist. Damit läßt sich
5 eine noch weitergehende Energieeinsparung realisieren.

Die Erfindung und Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend anhand eines zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispiels noch näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Lichtquelle;
- Fig. 2 schematisch den Aufbau einer anderen Ausführungsform der
 erfindungsgemäßen Lichtquelle;
- 10 Fig. 3 eine Darstellung der Stromimpulse über die Zeit; und
- Fig. 4 einen schematischen Schaltplan einer möglichen
 Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lichtquelle.
- 15 Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Lichtquelle aufweisend eine
 Mehrzahl von hintereinandergeschalteten lichtemittierenden Dioden
 (LEDs) 2, die in Reihe mit einem Vorwiderstand 4 geschaltet sind. In
 dem Stromkreis der LEDs befindet sich ferner ein schneller
 elektronischer Schalter 6. Als Stromquelle ist eine Gleichrichterschaltung
20 8 vorgesehen, die für den direkten Anschluß an die Spannung des
 öffentlichen Stromnetzes, d. h. typischerweise 230V bzw. 110V
 Wechselspannung, ausgebildet ist. Die Gleichrichterschaltung kann
 beispielsweise eine Ein-Weg-Gleichrichterschaltung oder eine
 Brückenschaltung sein, in der zur Glättung der gleichgerichteten
25 Wechselspannung beispielsweise ein Kondensator vorgesehen ist. So
 stellt die Gleichrichterschaltung beim Anschluß an ein 100V-Stromnetz
 dem Stromkreis der LEDs eine Spannung in der Größenordnung von
 150V zur Verfügung, während bei Betrieb am 230V-Stromnetz dem
 Stromkreis eine im wesentlichen konstante Spannung in der

- 14 -

Größenordnung von 320V zur Verfügung gestellt wird. Der schnelle elektronische Schalter 6 ist an einen Impulsgeber 10 angeschlossen. Der Impulsgeber 10 liefert an den schnellen elektronischen Schalter 6 Steuersignale zum Öffnen und Schließen des Stromkreises. Die Steuersignale bestimmen die Länge der Impulsdauer, bestimmen die Wiederholfrequenz der Impulse und damit das Tastverhältnis, d. h. das Verhältnis von Impulsdauer zu der Periodendauer. Die Höhe des Stroms durch die LEDs 2 ist in erster Linie von dem Gesamtwiderstand im Stromkreis der LEDs, d. h. insbesondere von der Größe des Vorwiderstands 4, bestimmt.

Der schnelle elektronische Schalter 6 selbst kann beispielsweise ein Transistor und insbesondere ein MOSFET-Transistor sein. Als besonders geeignet haben sich n-Kanal MOSFETs gezeigt, weil sie zum einen preisgünstiger und zum anderen auch schneller schaltend sind als ein p-Kanal MOSFET mit gleicher elektrischer Belastbarkeit. Zur Vermeidung von Verlusten sollte der schnelle elektronische Schalter 6 im leitenden Zustand nur einen sehr geringen Widerstand aufweisen. Es sollte ferner besonders kurze Ein- und Ausschaltzeiten haben, um einen besonders steilen Flankenanstieg und -abfall der Stromimpulse zu ermöglichen.

Die spezielle Art und Anzahl der LEDs 2 wird abhängig von dem beabsichtigten Verwendungszweck gewählt. LEDs werden in unterschiedlichsten Farben und mit unterschiedlichsten Betriebsdaten geliefert. Dabei gibt es sogenannte "Weißlicht-LEDs", die ein weißes Licht liefern, wie es typischerweise zu Beleuchtungszwecken besonders erwünscht ist. Bisher waren käufliche Weißlicht-LEDs aus einer Mehrzahl von LEDs unterschiedlicher Farbe aufgebaut, beispielsweise einer grünen, einer roten und zwei blauen LEDs, die in einer Ebene

- 15 -

räumlich sehr nahe beieinander angeordnet waren. Durch die additive Farbmischung hat sich für den Betrachter der Eindruck eines blauen Lichts ergeben. Seit kurzem gibt es daneben einen Typ von Weißlicht-LED, der nicht nach dem Prinzip der additiven Farbmischung arbeitet.

5 ~~Diese Weißlicht-LEDs beruhen auf einer blauen LED, die an ihrer~~
~~Lichtabgabeseite eine Phosphorbeschichtung aufweist. Das Licht der~~
~~blauen LED regt die Elektronen in den Phosphoratomen auf höhere~~
~~Energieniveaus an. Bei der Rückkehr in die darunterliegenden~~
~~Energieniveaus wird von den Phosphoratomen weißes Licht abgegeben.~~

10 Das geschieht mit einem derart guten Wirkungsgrad, daß bei einer
erfindungsgemäßen Lichtquelle, die mit derartigen Weißlicht-LEDs
arbeitet, eine Wirkungsgradverbesserung um bis zu Faktor 2 gegenüber
üblichen Leuchtstofflampen erzielt werden kann. Auch mit den bisher
gängigen additiven Weißlicht-LEDs lassen sich

15 Wirkungsgradverbesserungen in dieser Größenordnung verwirklichen.

Schaltet man bei den bisher bekannten additiven Weißlicht-LEDs, die aus Dioden unterschiedlicher Farben bestehen die Dioden gleicher Farbe 2r, 2g, 2b (für rot, grün und blau) der einzelnen LEDs in der in Fig. 2

20 gezeigten Weise hintereinander und bildet man einen im wesentlichen
separaten Stromkreis für jede Farbe in diesen LEDs, d. h. mit separatem
schnellen elektronischen Schalter 6r, 6g, 6b und separatem Impulsgeber
10r, 10g, 10b, so kann durch Variation der Helligkeit der einzelnen
Farben in den LEDs durch die additive Farbmischung im Prinzip jede

25 gewünschte Farbe erzeugt werden.

Konventionsgemäß ist in dem Stromkreis der LEDs die obere Schiene 12 auf dem hohen Potential, während sich die untere Schiene 14 auf dem Bezugspotential, beispielsweise Erdung, befindet. In Fig. 1 und 2 ist der

Vorwiderstand 4 zwischen dem schnellen elektronischen Schalter 6 und dem Basispotential 14 gezeigt. Er kann jedoch genauso gut zwischen dem schnellen elektronischen Schalter 6 und dem hohen Potential 12 vorgesehen sein.

5

In der Fig. 3 sind die Stromimpulse gezeigt, wie sie von dem Nadelimpulsgeber 10 in Verbindung mit dem schnellen elektronischen Schalter 6 an die LEDs 2 angelegt werden. Man erkennt einzelne relativ kurze Impulse, die in regelmäßigen Abständen aufeinander folgen. In der Fig. 3 ist auf der Querachse die Zeit t und auf der Hochachse der Strom I angegeben. Man erkennt die konstante Höhe der Impulse, die einem konstanten Impulsstrom I_i entspricht. Die Impulsdauer ist mit T_i angegeben. Die Periodendauer, d. h. beispielsweise die Dauer vom Beginn eines Impulses bis zum Beginn des darauffolgenden Impulses, ist mit T angegeben. Die Wiederholfrequenz ist damit als $1/T$ bestimmt. Die Zeit zwischen zwei Impulsen, d. h. die Impulspause ist als T_p angegeben.

In Fig. 3 ist ferner der Strom I_k als der Maximalstrom angegeben, mit dem die LEDs im Konstantbetrieb höchstens betrieben werden können. Die in der Fig. 3 dargestellten Größenverhältnisse entsprechen in etwa den Größenverhältnissen, die der Vergleichsrechnung in der Beschreibungseinleitung zugrundeliegen.

25

Fig. 4 zeigt schematisch einen Schaltplan einer möglichen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen LED-Lichtquelle. Generell entspricht Fig. 4 in ihrem Aufbau im wesentlichen der Fig. 1. So erkennt man ganz links in Fig. 4 den Stromkreis der LEDs 2 mit dem schnellen elektronischen Schalter 6 und dem Vorwiderstand 4. Der Impulsgeber 10

~~ist mit einer unterbrochenen Linie zur Begrenzung in dem Schaltkreis dargestellt. Man erkennt insbesondere, daß der Impulsgeber 10 an das hohe Potential 12 bzw. das Bezugspotential 14 des Stromkreises der LEDs 2 angeschlossen ist.~~

5

Im folgenden wird mehr ins Detail gehend auf den Impulsgeber 10 eingegangen. Die wesentlichen Bauteile dieses Schaltkreises sind der Kondensator C1, der von einer konstanten Stromquelle aufladbar ist, ein mit den zwei Widerständen R13 und R14 gebildeter Spannungsteiler zur Erzeugung einer Referenzspannung U_R , ein an die Referenzspannung U_R und die Kondensatorspannung U_C angeschlossener Unijunktionstransistor UJT, der zündet, sobald die Kondensatorspannung U_C etwas kleiner als die Referenzspannung U_R wird, und ein an den Unijunktionstransistor UJT und den Kondensator C1 angeschlossener Schalter S1, der durch das Zünden des Unijunktionstransistors UJT für die Dauer eines Impulses leitend geschaltet wird.

10

15

20

25

In der vorliegenden Schaltung besteht die Konstantstromquelle zur Aufladung des Kondensators C1 aus dem Transistor T1, den Widerständen R1 und R2 und den Dioden D20 und D21. Der Unijunktionstransistor UJT ist aus zwei Transistoren T3 und T5 gebildet. Der Schalter S1 ist von dem Transistor T4 und den Widerständen R9 und R10 gebildet. Es sei besonders darauf hingewiesen, daß insbesondere die Konstantstromquelle und der Schalter S1 auch völlig anders aufgebaut sein können. Beispielsweise gibt es IC-Schaltungen, die als Ersatz für den gezeigten Aufbau des Schalters S1 dienen können. Ähnliche Schaltungen können auch als Konstantstromquelle für den Kondensator C1 verwendet werden. Auch für den Unijunktionstransistor UJT lassen sich andere Realisierungsmöglichkeiten vorstellen.

- 18 -

Auch andere Bauelemente des gezeigten Schaltkreises sind nicht zwangsläufig erforderlich. So dient der Transistor T6 im wesentlichen als ein Verstärkungstransistor für die an den schnellen elektronischen Schalter 6 abzugebenden Steuerimpulse. Dieser kann abhängig von der
5 speziellen Wahl des schnellen elektronischen Schalters 6 bzw. von der Wahl des Schalters S1 entfallen. Desweiteren ist beispielsweise ein Pufferkondensator C2 in der Schaltung gezeigt, der zur Stabilisierung der Schaltung vorgesehen aber nicht zwangsläufig erforderlich ist. Auch der Widerstand R11 ist nicht unbedingt erforderlich, er erleichtert im
10 wesentlichen die Wahl und Abstimmung der Widerstände R13 und R14. Im Schaltkreis ist auch eine Spannungsbegrenzerdiode D30 vorgesehen, die den Zweck hat, die Ansteuerspannung an den schnellen elektronischen Schalter 6 zu begrenzen. Auch dieses Bauteil, wenngleich vorteilhaft, ist nicht zwingend erforderlich.

15

Beim Betrieb der Schaltung wird der Kondensator C1 von der Konstantstromquelle geladen, dabei fällt die Kondensatorspannung U_C an dem unteren Ende des Kondensators C1 innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls allmählich ab, bis die Kondensatorspannung U_C etwas
20 kleiner ist als die von dem aus den Widerständen R13 und R14 gebildeten Spannungsteiler erzeugte Referenzspannung U_R . In diesem Augenblick fängt der Unijunktionstransistor UJT an zu leiten. Dabei wird der Kondensator C1 über den Unijunktionstransistor UJT und die Widerstände R9 und R10 entladen. Solang zwischen den Widerständen
25 R9 und R10 Strom fließt, wird der Transistor T4 und über die Widerstände R7, R8 der Transistor T2 leitend geschaltet. Durch das Leitendschalten des Transistors T2 wird der Transistor T1 abgeschaltet, d. h. die Konstantstromquelle wird abgeschaltet und der Ladestrom zu dem Kondensator C1 unterbrochen. Gleichzeitig wird ferner über ein

Leitendschalten des Kondensators T6 der Steuerimpuls vom Impulsgeber 10 abgegeben, d. h. an den schnellen elektronischen Schalter angelegt. Sobald der Kondensator C1 entladen ist sperren die Transistoren T4, T2 und T6 und durch das Sperren des Transistors T2 wird der Transistor T1
5 wieder leitend geschaltet, d. h. die Konstantstromquelle beginnt erneut, den Kondensator C1 zu laden und der Ablauf beginnt von neuem.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß man über den Gesamtwiderstand von R9 und R10 die Entladegeschwindigkeit des Kondensators C1 und damit
10 die Impulslänge variieren kann. Andererseits läßt sich über die Änderung der Größe des Widerstands R1 die Größe des Ladestroms der Konstantstromquelle für den Kondensator C1 und damit die Impulspause regeln. Eine Änderung der Kapazität des Kondensators C1 dagegen bewirkt in erster Linie eine Änderung nur der Frequenz bei gleichem
15 Verhältnis von Impulslänge zu Periodendauer, d. h. bei gleichem Tastverhältnis.

In der praktischen Anwendung ist die Möglichkeit der Variation der Länge der Impulspause bei gleicher Impulslänge eine sehr günstige
20 Möglichkeit, um die den Dioden zugeführte Strommenge und damit die Intensität des Lichts der Lichtquelle zu regeln. Gerade bei Beleuchtungszwecken ist eine derartige Art der Regelung besonders wünschenswert, da auf diese Weise besonders einfach die Möglichkeit des Dimmens der Lichtquelle eröffnet ist.

Wie vorangehend bereits ausgeführt, ist es erforderlich, den Strom durch die LEDs 2 zu begrenzen. Das wird in der vorliegenden Schaltung in einem bestimmten Maße von dem Vorwiderstand 4 bewirkt. Durch eine geringe Modifikation der Schaltung läßt sich diese Strombegrenzung über
25

- 20 -

den Impulsgeber 10 und den schnellen elektronischen Schalter 6 verbessern, d. h. sehr präzise regeln. Zu diesem Zweck ist eine Spannungsbegrenzerdiode D30, beispielsweise eine Zenerdiode vorgesehen. Diese Diode D30 begrenzt die Ansteuerspannung an den schnellen elektronischen Schalter 6. Der schnelle elektronische Schalter 6 wird dann nicht zwangsläufig vollständig leitend geschaltet sondern wird in der Art eines regelbaren Widerstands betrieben. Voraussetzung ist jedoch, daß der Vorwiderstand 4 zwischen dem schnellen elektronischen Schalter 6 und dem Bezugspotential 14 vorgesehen ist. Im einzelnen ist der Mechanismus folgendermaßen: Wenn der Strom durch die LEDs 2 ansteigt, steigt die Spannung, die an dem Vorwiderstand 4 abfällt, was die wirksame Spannung zwischen dem Gate G und der Source S des als MOSFET vorgesehenen schnellen elektronischen Schalters 6 verringert. Diese Spannungsverringerng verringert die Leitfähigkeit des MOSFETs, d. h. erhöht dessen Widerstand und begrenzt damit den Strom durch den MOSFET. Damit ist durch die Begrenzung der Ansteuerspannung des MOSFETs einerseits und durch die Anordnung des Vorwiderstands 4 zwischen der Source S des MOSFETs und dem Bezugspotential 14 ein Regelkreis für den Stromfluß durch den MOSFET vorgegeben. Dieser Regelkreis ist im wesentlichen unabhängig von dem Geschehen zwischen dem hohen Potential 12 und dem Drain D des MOSFET 6, d. h. der Strecke, in der die LEDs 2 vorgesehen sind. Damit läßt sich im Prinzip jede beliebige Anzahl von LEDs hintereinandergeschaltet betreiben, sofern sie in der Summe ihrer Betriebsspannungen in einem vernünftigen Verhältnis zu der zur Verfügung stehenden Spannung stehen.

Patentansprüche

5

1. Lichtquelle, aufweisend eine Mehrzahl von hintereinandergeschalteten LEDs (2), die in Reihe mit einem Vorwiderstand (4) geschaltet sind,

dadurch gekennzeichnet,

10

- (a) daß der Stromkreis der LEDs (2) zusätzlich zu dem Vorwiderstand (4) einen schnellen elektronischen Schalter (6) und als Stromquelle eine Gleichrichterschaltung (8), die im Betrieb an die Spannung des öffentlichen Stromnetzes angeschlossen ist, aufweist;

15

- (b) daß der schnelle elektronische Schalter (6) an einen Impulsgeber (10) angeschlossen ist, der Impulse mit einer Wiederholfrequenz von mindestens 70Hz liefert;

- (c) daß der Vorwiderstand (4) kleiner ist, als er das für Betrieb bei konstantem Strom wäre,

20

- (d) und daß die Anordnung so aufgebaut ist, daß die Stromamplitude an den LEDs (2) größer als der bei Konstantbetrieb zulässige Maximalstrom ist.

25

2. Lichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsgeber (10) so ausgebildet ist, daß das Tastverhältnis (Impulsdauer/Periodendauer) des an die LEDs (2) angelegten Stroms kleiner als $1/3$, vorzugsweise kleiner als 10^{-1} , noch bevorzugter kleiner 10^{-2} und noch bevorzugter kleiner 10^{-3} ist.

3. Lichtquelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsgeber (10) so ausgebildet ist, daß die Wiederholfrequenz größer als 130Hz, vorzugsweise größer als 400Hz, noch bevorzugter größer als 1kHz und besonders bevorzugt größer als 10kHz ist.
- 5
4. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsgeber (10) so ausgebildet ist, daß die Impulsdauer kleiner oder gleich 10^{-3} s, vorzugsweise kleiner 10^{-5} s und besonders bevorzugt kleiner als 10^{-5} s ist.
- 10
5. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Impulspause (T_p) bei konstant gehaltener Impulslänge (T_l) und konstantem Strom (I_p) variierbar ist.
- 15
6. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung so aufgebaut ist, daß der angelegte Strom (T_p) um mehr als den Faktor 2, vorzugsweise um mehr als den Faktor 5, noch bevorzugter um mehr als den Faktor 10 und ganz besonders bevorzugt um mehr als den Faktor 20 größer als der bei Konstantbetrieb zulässige Maximalstrom (I_k) ist.
- 20
7. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsgeber (10) und der schnelle elektronische Schalter (6) so ausgebildet sind, daß sie gemeinsam mit dem Vorwiderstand (4) eine Strombegrenzung durch die LEDs bewirken.
- 25
8. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsgeber (10) mit einer elektronischen Schaltung aufgebaut ist, die aufweist:

- 23 -

-(a).....einen von einer Konstantstromquelle aufladbaren Kondensator
.....(C1);
- (b) einen mit zwei Widerständen (R13, R14) gebildeten
Spannungsteiler zur Erzeugung einer Referenzspannung (U_R);
- 5(c) einen an die Referenzspannung (U_R) und die
Kondensatorspannung (U_C) angeschlossenen
Unijunctionstransistor (UJT), der zündet, sobald die
Kondensatorspannung (U_C) etwas kleiner als die
Referenzspannung (U_R) wird;
- 10 (d) und einen an den Unijunctionstransistor (UJT) und den
Kondensator (C1) angeschlossenen Schalters (S1), der durch das
Zünden des Unijunctionstransistors (UJT) für die Dauer eines
Impulses (T_I) leitend geschaltet wird.
- 15 9. Lichtquelle nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die
elektronische Schaltung des Impulsgebers (10) parallel zu dem
Stromkreis der LEDs (2) an die Gleichrichterschaltung (8)
angeschlossen ist.
- 20 10. Lichtquelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der
Vorwiderstand (4) zwischen dem schnellen elektronischen Schalter
(6) und dem Basispotential (14) der Schaltung vorgesehen ist und die
LEDs (2) zwischen dem schnellen elektronischen Schalter (6) und
dem hohen Potential (12) vorgesehen sind und daß eine
25 Spannungsbegrenzungsdiode (D30) zur Begrenzung der
Ansteuerspannung des schnellen elektronischen Schalters (6)
vorgesehen ist, wodurch eine Strombegrenzung durch die LEDs (2)
bewirkt wird.

- 24 -

11. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Mehrzahl von LEDs (2) "Weißlicht-LEDs" sind.
- 5 12. Lichtquelle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die LEDs (2r, 2g, 2b) jeweils gleicher Farbe von additiven "Weißlicht-LEDs" jeweils in Reihe mit einem separaten Vorwiderstand (4r, 4g, 4b), einem separaten schnellen elektronischen Schalter (6r, 6g, 6b) und einem separaten Impulsgeber (10r, 10g, 10b) vorgesehen sind und durch Abstimmung der Helligkeiten der einzelnen Farben in
10 Summe Licht einer bestimmten Farbe erzeugt werden kann.
13. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle einen üblichen Befestigungssockel zur Verwendung mit einer üblichen Befestigungsfassung aufweist.
15
14. Verkehrssignalanlage, aufweisend mindestens eine Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

FIG. 1

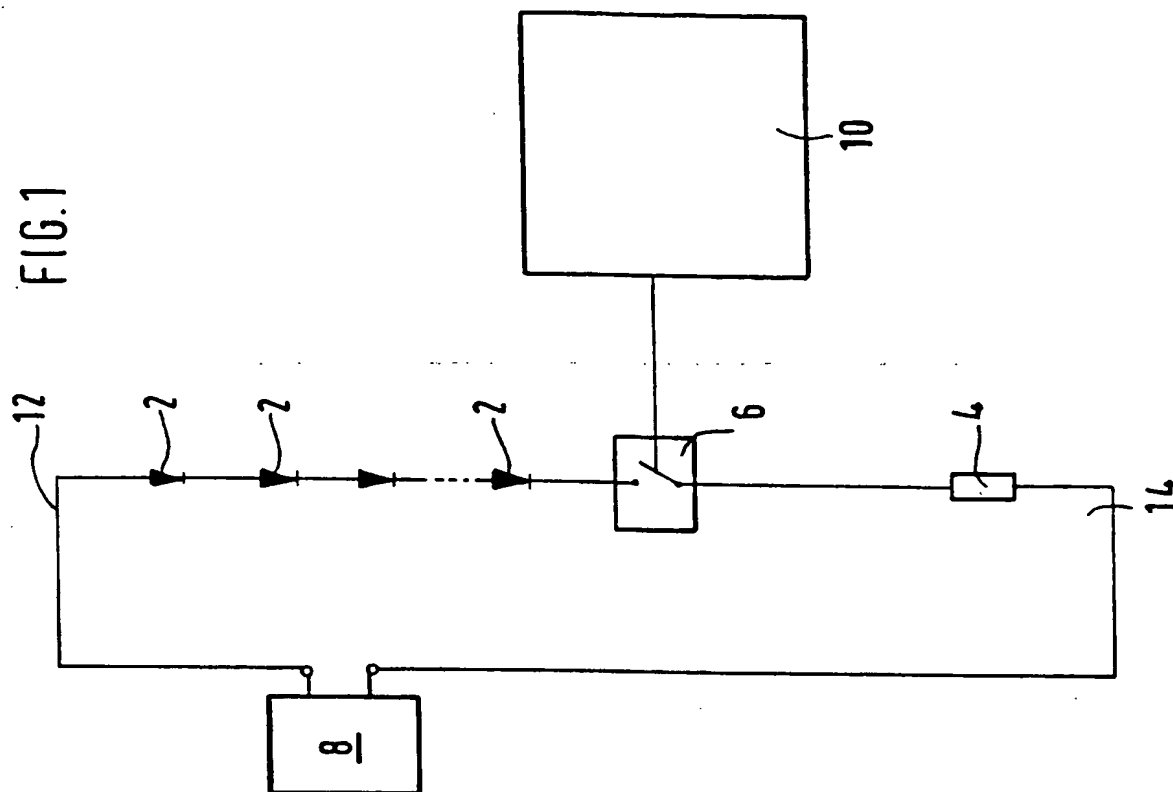


FIG. 2

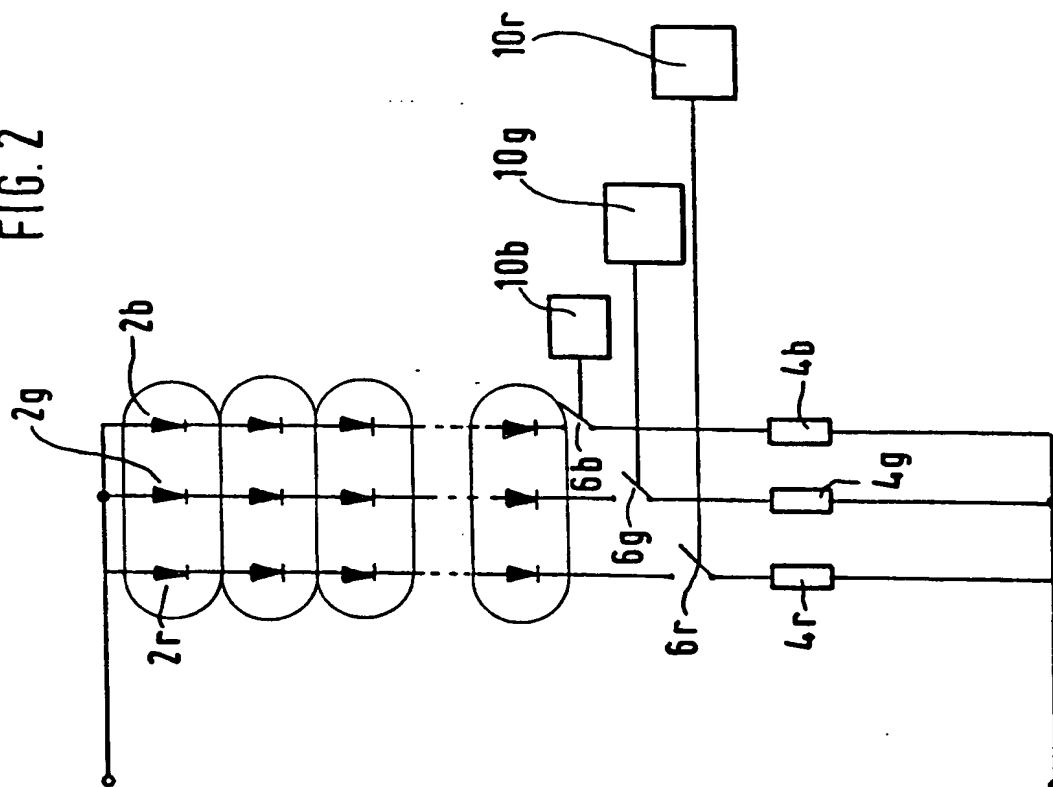
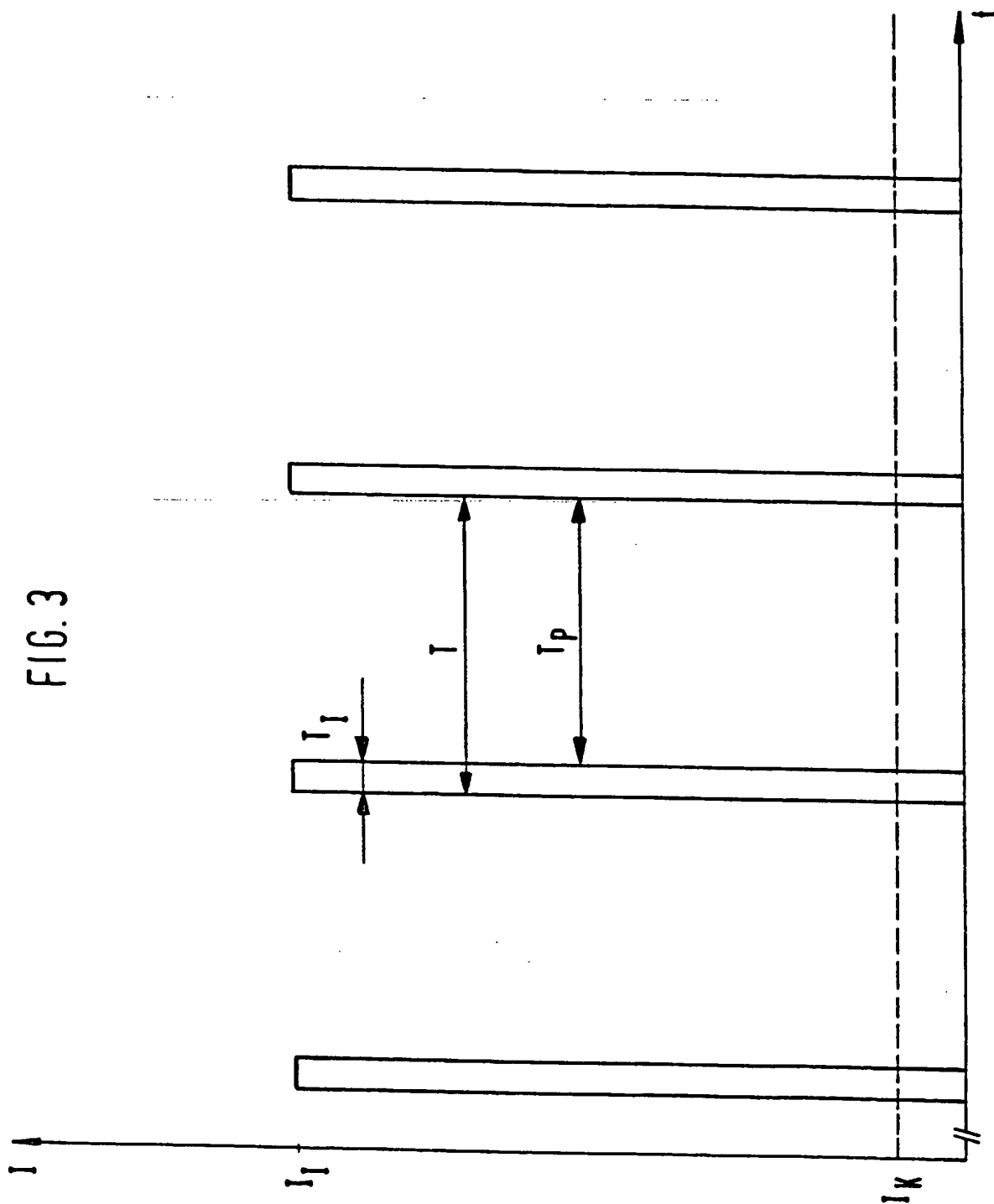


FIG. 3



3/3

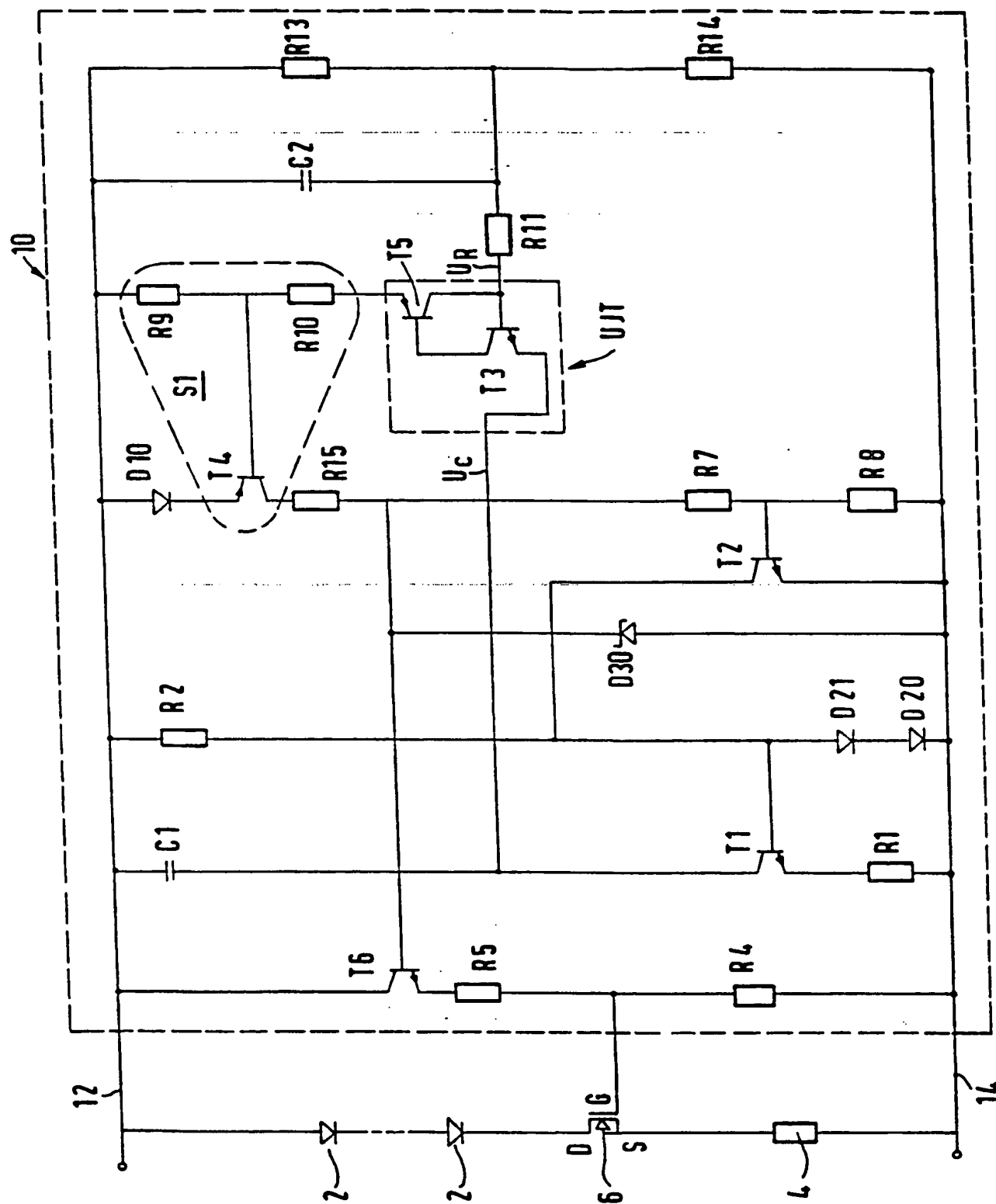


FIG. 4

ERSATZBLATT (REGEL 26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/03624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H05B33/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 435 882 A (WILKINS & ASS) 4 April 1980 (1980-04-04)	1-6
Y	page 1, line 7 -page 9, line 1; figure ----	7,11-14
X,P	GB 2 337 645 A (AVIMO LTD ;MICRO ENGINEERING INC (US)) 24 November 1999 (1999-11-24) abstract; figure 1 ----	1
Y	US 5 017 833 A (CLARKE GEOFFREY ET AL) 21 May 1991 (1991-05-21) column 2, line 24 - line 64; figure 4 ----	7
Y	DE 297 18 360 U (SIEMENS AG) 8 January 1998 (1998-01-08) page 1, line 8 -page 4, line 22; figures 1,2 ----- -/--	11,12,14

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "8" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 September 2000

Date of mailing of the international search report

22/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Albertsson, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/03624

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 674 468 A (SYNTON GMBH FORSCHUNG ENTWICKL) 27 September 1995 (1995-09-27) abstract; figures 1-3 ----	12
Y	EP 0 876 085 A (INCERTI & SIMONINI DI INCERTI) 4 November 1998 (1998-11-04) abstract; figure 1 ----	13
A	GB 1 574 387 A (BOURBOULON H) 3 September 1980 (1980-09-03) ----	
A	WO 91 06078 A (CHOI ROBERT S ;KONG C KWAI (US); CHOI OONG (US)) 2 May 1991 (1991-05-02) ----	
A	GB 1 543 722 A (FERRANTI LTD) 4 April 1979 (1979-04-04) ----	
A	FR 2 711 884 A (SOLARTEC SARL) 5 May 1995 (1995-05-05) ----	
A	FR 2 714 564 A (ETAT FRANCAIS LABO CL PONTS CH) 30 June 1995 (1995-06-30) ----	
A	US 5 661 645 A (HOCHSTEIN PETER A) 26 August 1997 (1997-08-26) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/03624

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2435882	A	04-04-1980	NONE	
GB 2337645	A	24-11-1999	AU 3946499 A WO 9959869 A	06-12-1999 25-11-1999
US 5017833	A	21-05-1991	GB 2218283 A AU 614130 B AU 3445289 A EP 0386167 A WO 8909910 A	08-11-1989 22-08-1991 03-11-1989 12-09-1990 19-10-1989
DE 29718360	U	08-01-1998	NONE	
EP 0674468	A	27-09-1995	DE 9417441 U	12-01-1995
EP 0876085	A	04-11-1998	IT M0970073 A	26-10-1998
GB 1574387	A	03-09-1980	FR 2339922 A BE 850456 A CH 601880 A DE 2702823 A IT 1116709 B LU 76643 A NL 7700912 A	26-08-1977 18-07-1977 14-07-1978 04-08-1977 10-02-1986 13-09-1978 01-08-1977
WO 9106078	A	02-05-1991	EP 0500649 A US 5313187 A US 5175528 A US 5313188 A	02-09-1992 17-05-1994 29-12-1992 17-05-1994
GB 1543722	A	04-04-1979	NONE	
FR 2711884	A	05-05-1995	NONE	
FR 2714564	A	30-06-1995	NONE	
US 5661645	A	26-08-1997	AU 3399097 A CA 2259258 A EP 0907999 A WO 9750168 A	14-01-1998 31-12-1997 14-04-1999 31-12-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/03624

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H05B33/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 435 882 A (WILKINS & ASS) 4. April 1980 (1980-04-04)	1-6
Y	Seite 1, Zeile 7 -Seite 9, Zeile 1; Abbildung	7,11-14
X,P	GB 2 337 645 A (AVIMO LTD ;MICRO ENGINEERING INC (US)) 24. November 1999 (1999-11-24) Zusammenfassung; Abbildung 1	1
Y	US 5 017 833 A (CLARKE GEOFFREY ET AL) 21. Mai 1991 (1991-05-21) Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 64; Abbildung 4	7
Y	DE 297 18 360 U (SIEMENS AG) 8. Januar 1998 (1998-01-08) Seite 1, Zeile 8 -Seite 4, Zeile 22; Abbildungen 1,2	11,12,14
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. September 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Albertsson, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/03624

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 674 468 A (SYNTON GMBH FORSCHUNG ENTWICKL) 27. September 1995 (1995-09-27) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 ---	12
Y	EP 0 876 085 A (INCERTI & SIMONINI DI INCERTI) 4. November 1998 (1998-11-04) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	13
A	GB 1 574 387 A (BOURBOULON H) 3. September 1980 (1980-09-03) ---	
A	WO 91 06078 A (CHOI ROBERT S ;KONG C KWAI (US); CHOI OONG (US)) 2. Mai 1991 (1991-05-02) ---	
A	GB 1 543 722 A (FERRANTI LTD) 4. April 1979 (1979-04-04) ---	
A	FR 2 711 884 A (SOLARTEC SARL) 5. Mai 1995 (1995-05-05) ---	
A	FR 2 714 564 A (ETAT FRANCAIS LABO CL PONTS CH) 30. Juni 1995 (1995-06-30) ---	
A	US 5 661 645 A (HOCHSTEIN PETER A) 26. August 1997 (1997-08-26) -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/03624

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2435882	A	04-04-1980	KEINE		
GB 2337645	A	24-11-1999	AU	3946499 A	06-12-1999
			WO	9959869 A	25-11-1999
US 5017833	A	21-05-1991	GB	2218283 A	08-11-1989
			AU	614130 B	22-08-1991
			AU	3445289 A	03-11-1989
			EP	0386167 A	12-09-1990
			WO	8909910 A	19-10-1989
DE 29718360	U	08-01-1998	KEINE		
EP 0674468	A	27-09-1995	DE	9417441 U	12-01-1995
EP 0876085	A	04-11-1998	IT	M0970073 A	26-10-1998
GB 1574387	A	03-09-1980	FR	2339922 A	26-08-1977
			BE	850456 A	18-07-1977
			CH	601880 A	14-07-1978
			DE	2702823 A	04-08-1977
			IT	1116709 B	10-02-1986
			LU	76643 A	13-09-1978
			NL	7700912 A	01-08-1977
WO 9106078	A	02-05-1991	EP	0500649 A	02-09-1992
			US	5313187 A	17-05-1994
			US	5175528 A	29-12-1992
			US	5313188 A	17-05-1994
GB 1543722	A	04-04-1979	KEINE		
FR 2711884	A	05-05-1995	KEINE		
FR 2714564	A	30-06-1995	KEINE		
US 5661645	A	26-08-1997	AU	3399097 A	14-01-1998
			CA	2259258 A	31-12-1997
			EP	0907999 A	14-04-1999
			WO	9750168 A	31-12-1997

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.